

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-528778

(P2002-528778A)

(43) 公表日 平成14年9月3日(2002.9.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 1 0 L 15/20		G 0 6 F 17/10	D 5 B 0 5 6
G 0 6 F 17/10		17/18	Z 5 D 0 1 5
17/18		G 0 6 N 3/00	5 6 0 G 5 K 0 2 9
G 0 6 N 3/00	5 6 0	H 0 4 L 25/03	C
G 1 0 L 15/02		G 1 0 L 3/02	3 0 1 D

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁) 最終頁に続く

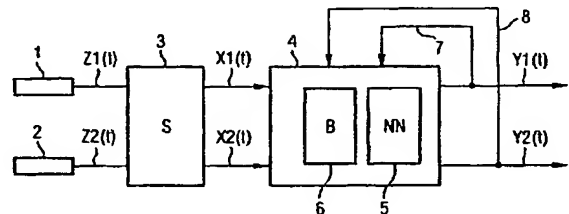
(21) 出願番号 特願2000-578968(P2000-578968)
 (86) (22) 出願日 平成11年10月14日(1999.10.14)
 (85) 翻訳文提出日 平成13年4月24日(2001.4.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE 99/03304
 (87) 国際公開番号 WO 00/25489
 (87) 国際公開日 平成12年5月4日(2000.5.4)
 (31) 優先権主張番号 1 9 8 4 9 5 4 9 . 8
 (32) 優先日 平成10年10月27日(1998.10.27)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP, US

(71) 出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 Siemens Aktiengesellschaft
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2
 (72) 発明者 ドラガン オブラドヴィック
 ドイツ連邦共和国 ミュンヘン フランツ
 イスカナーシュトラッセ 28
 (74) 代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外4名)
 Fターム(参考) 5B056 BB28 HH05
 5D015 CC05 CC18 JJ00
 5K029 AA03 AA11 DD23 GG05

(54) 【発明の名称】 技術システムのパラメータをもとめるための方法及び装置

(57) 【要約】

技術システムのパラメータをもとめるための方法が決定される。この方法によって出力信号が重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合からもとめられる。出力信号の統計的独立性が最大化されるようにパラメータがもとめられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 技術システムのパラメータをもとめるための方法において、該方法によって出力信号が重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合からもとめられ、前記方法において前記出力信号の統計的独立性が最大化されるようにパラメータがもとめられる、技術システムのパラメータをもとめるための方法。

【請求項2】 パラメータは反復法においてもとめられる、請求項1記載の方法。

【請求項3】 パラメータは分離行列の要素であり、該分離行列によって重畳された入力信号の集合が乗算され、これにより出力信号が形成される、請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】 分離行列のパラメータの最適化は次のステップによって得られる、すなわち、

前記分離行列の固有値をもとめるために時間遅延された逆相関計算（decが使用され、

前記分離行列の固有値をもとめ、該固有値に対して相互相関が最小値をとり、
キュムラント最小化（5）を実施し、該キュムラント最小化に対するスタート値として前のステップでもとめられた固有値が使用される、請求項3記載の方法。

【請求項5】 キュムラント最小化はニューラルネットワーク（5）のトレーニングによって行われる、請求項4記載の方法。

【請求項6】 分離行列のパラメータの最適化において前記分離行列の少なくとも1つの対角線パラメータが予め設定された値にセットされる、請求項3～5のうちの1項記載の方法。

【請求項7】 分離行列は有限インパルス応答に限定される、請求項3～6のうちの1項記載の方法。

【請求項8】 分離行列はキュムラント最小化（5）の間に単位円への射影によって安定化される、請求項3～7のうちの1項記載の方法。

【請求項9】 重畳された統計的に互いに独立した入力信号を分離するため

に使用される、請求項1～8のうちの1項記載の方法。

【請求項10】 重畳された統計的に互いに独立した音響入力信号を分離するために使用される、請求項1～8のうちの1項記載の方法。

【請求項11】 技術システムのパラメータをもとめるための装置において、
該装置によって重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合から出力信号をもとめ、

前記装置はプロセッサを有し、該プロセッサは、出力信号の統計的独立性が最大化されるように前記パラメータをもとめるように構成されている、技術システムのパラメータをもとめるための装置。

【請求項12】 プロセッサは、パラメータを反復法においてもとめるように構成されている、請求項11記載の装置。

【請求項13】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、
パラメータは分離行列の要素であり、該分離行列によって重畳された入力信号の集合が乗算され、これにより出力信号が形成される、請求項11又は12記載の装置。

【請求項14】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、
分離行列のパラメータの最適化は次のステップによって得られる、すなわち、
前記分離行列の固有値をもとめるために時間遅延された逆相関計算 (time-delayed decorrelation calculation) (6) を繰り返し、

前記分離行列の前記固有値をもとめ、該固有値に対して相互相関が最小値を取り、

キュムラント最小化 (5) を実施し、該キュムラント最小化に対するスタート値として前のステップでもとめられた固有値が使用される、請求項13記載の装置。

【請求項15】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、
キュムラント最小化はニューラルネットワーク (5) のトレーニングによって行われる、請求項14記載の装置。

【請求項16】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、

分離行列のパラメータの最適化において前記分離行列の少なくとも1つの対角線パラメータが予め設定された値にセットされる、請求項13～15のうちの1項記載の装置。

【請求項17】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、分離行列は有限インパルス応答に限定される、請求項13～16のうちの1項記載の装置。

【請求項18】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、分離行列はキュムラント最小化(5)の間に単位円への射影によって安定化される、請求項13～17のうちの1項記載の装置。

【請求項19】 重畳された統計的に互いに独立した入力信号を分離するために使用される、請求項11～18のうちの1項記載の装置。

【請求項20】 重畳された統計的に互いに独立した音響入力信号を分離するために使用される、請求項11～18のうちの1項記載の装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

本発明は、技術システムのパラメータをもとめるための方法ならびに装置に関する。

【0002】

信号のマルチチャネル伝送及びマルチチャネル受信において、例えば頻繁に信号/画像間の干渉が発生する。典型的な例はこの場合音声信号と雑音との混合であり、これは遠隔通信及びビデオ会議において大きな問題となりうる。従って、本発明は例えばオリジナル音声信号を再現するための信号分離の分野に関する。

【0003】

混合信号からのソース信号の分離のための典型的な公知の技術は信号の時間平均又はフィルタリングに基づく。しかしながら、これは計算コストの点で欠点を生じる。

【0004】

いわゆるブラインドチャネル等化（伝送チャネルに関する予めの知識なしの信号等化）に基づく方法も公知である。しかし、この方法は、常に例えばソース信号の統計的分布に関する知識のような、ソース信号に関する一定の知識を必要とする。

【0005】

信号分離の問題は、例えば二人の話者が彼らから離れている2つのマイクロフォンによって会話し、この結果、各マイクロフォンが二人の話者の発話した信号の混合信号を受信する場合にも生じる。従って、混合信号、すなわち重畳された入力信号の集合を再び分離する、という問題が存在する。L. Molgedy, H. G. Schuster, "Separation of a Mixture of Independent Signals using Time-Delayed Correlations", Phys. Ref. Left. 72, 3634 (1994) からこの場合次のような方法が公知である：n個の重畳されかつ相関されたソース信号（入力信号）を分離し、同時にソース強度の混合係数を決定する問題は、固有値問題に還元される。この固有値問題では、同時に2つの対称的な $n \times n$ 行列が対角化されなければならない。行列要素は測定可能な時間遅延された相関関数である。この固有値問

題の解決はニューラルネットワークによって行われ、ニューロン間の横方向抑制相互作用 (lateral inhibiting interaction) に対する学習規則がリャプノフ関数によって決定され、このリャプノフ関数の最小値がこの問題の (縮退した) 解を供給する。

【0006】

この方法は既に音響入力信号にも適用された (F. Ehlers, H. G. Schuster, "Blind Separation of convolutive mixtures and an application in automatic speech recognition" IEEE Trans. Signal Proc. (1997) を参照)。

【0007】

DE 19531388 C 1 から未知の信号 (ブラインドチャネル) の非線形混合に対する信号分離方法及び信号分離装置が公知であり、これを図3に図示する。

【0008】

このドイツ特許は、M個の未知のソース信号 X_1 、 X_2 の非線形重畳からなる混合信号の分離を処理する。場合によってはあり得る妨害信号を含むM個のソース信号 X_1 、 X_2 の N ($N \geq M$) 個の異なる混合が信号評価装置に供給され、この信号評価装置はこれらの信号の統計的分析によって非線形伝達係数 (nonlinear transmission factor) を決定し、これらの算出された係数によってこの混合を取り消し、この結果、信号分離装置の N 個の出力ができるだけ近似的に重畳のないM個のソース信号を含む。これによって非線形混合信号の処理が可能となる。この場合、非線形とは、ソース信号 X_1 、 X_2 が未知の非線形システム G によって混合されることを意味する。この未知のシステム G はいわゆるヴォルテラ (Volterra) 級数によって記述され、信号分離装置 G^{-1} はこのヴォルテラ級数の係数を決定する。これらの係数の知識によって混合信号の分離が可能である。さらに、これらの係数は信号源の位置又は速度検出のための後続の分析に利用できる。

【0009】

この印刷物から公知の方法はこの場合実質的に2つのステップから成る：

- ・第1に、非線形性の選択可能なグレードによって混合の際に一意的に決定さ

れる非線形方程式がスライディング時間窓に対して解かれ、これらの解が時間に亘って平均される。この時間平均はこの公知の技術の主な欠点である。なぜなら、この時間平均は計算コスト及び同時に計算時間を上昇させるからである。

【0010】

第2に、推定された出力信号の十分に多数の異なるキュムラントから形成されるポテンシャルが最小化され、このポテンシャルの計算のために必要な値は選択可能な長さのスライディング時間窓から由来する。この場合、混合システムは非常にゆっくりと変化し、この変化はもとめられる混合係数の計算の際に無視できると仮定する。このドイツ特許によれば、上記第2のステップの実施のためにコスト関数が構成され、最小化される。大域的な最小値に達する場合に、この場合には伝達係数の最適値が見出された。

【0011】

時間コストならびに計算コストの点で、DE 19531388 C1に記述された方法は、第1の上記の方法ステップの最後に時間平均を実施するために不利である。

【0012】

従って、本発明の課題は、重畳された統計的に互いに独立した音響信号をきわめて低い計算コストで分離することができる方法及び装置を提供することである。

【0013】

上記課題は、独立請求項に記載の構成を有する方法ならびに装置によって解決される。

【0014】

技術システムのパラメータをもとめるための方法において、この方法によって、出力信号が重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合からもとめられ、出力信号の統計的独立性が最大化されるようにパラメータがもとめられる。

【0015】

技術システムのパラメータをもとめるための装置において、この装置によって、重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合から出力信号をもとめ、こ

の装置はプロセッサを有し、このプロセッサは、出力信号の統計的独立性が最大化されるようにパラメータをもとめるように構成されている。

【0016】

本発明の有利な実施形態は従属請求項から得られる。

【0017】

パラメータは有利には反復法においてもとめられる。

【0018】

他の実施形態では、パラメータは分離行列の要素であり、この分離行列によって重畳された入力信号の集合が乗算されるか又は畳み込まれ、これにより出力信号が形成される。

【0019】

分離行列のパラメータの最適化は、有利には次のステップによって得られる：すなわち、

分離行列の固有値をもとめるために時間遅延された逆相関計算 (time-delayed decorrelation calculation) を繰り返し、

分離行列の固有値をもとめ、これらの固有値に対して相互相関が最小値をとり

、
キュムラント最小化を実施し、このキュムラント最小化に対するスタート値として前のステップでもとめられた固有値が使用される。

【0020】

キュムラント最小化は、例えばニューラルネットワークのトレーニングによって行われるが、例えば最急降下法又はモンテカルロ・シミュレーションのような他のあらゆる最小化技術によって行われる。

【0021】

1つの実施形態では、分離行列のパラメータの最適化において分離行列の少なくとも1つの対角線パラメータが予め設定された値にセットされ、これによって大域的な最小値へのこの最小化プロセスの安定性が保証される。

【0022】

分離行列は、有利には有限インパルス応答に限定される。すなわち、分離行列

の個々の要素を形成するためにはFIRフィルタ (Finite Impulse Response) が使用される。このFIRフィルタは因果的FIRフィルタか又は非因果的FIRフィルタである。

【0023】

さらに、分離行列はキュムラント最小化の間に有利には単位円への射影によって安定化される。

【0024】

これらの実施形態は方法にも装置にも当てはまる。装置においてはそれぞれ相応の方法ステップを実施可能であるか又は実施するようにプロセッサが構成されている。

【0025】

本発明ならびに本発明の実施形態は、有利には重畳された統計的に互いに独立な入力信号、とりわけ音響入力信号の分離のために使用される。

【0026】

本発明の方法ならびに装置は任意の個数の入力信号に対して適用可能である。

【0027】

本発明の更に別の利点、構成及び特性を次に実施例に基づいて図面の任意の図を参照しつつ詳しく説明する。

【0028】

図1は本発明の実施例による重畳された統計的に互いに独立した音響信号の分離のためのシステムの適用事例を示す。

【0029】

図2は図1のシステムのシンボリックな概略図を示す。

【0030】

図3は未知の信号の非線形混合に対する従来技術 (DE 19531388 C1) から公知の信号分離装置を示す。

【0031】

オリジナル音声信号を再現するために、信号の混合から、以降では入力信号と呼ぶソース信号 (オリジナル音声信号及び雑音) 間の統計的独立性を利用し、信

号の混合を発生させたダイナミックシステムの逆プロセスが実質的に近似的にトレーニング（学習）される。音声信号乃至は雑音信号の2つの異なる混合は、例えば2つのマイクロフォン1、2（図1参照）によって得られる。これらの2つのマイクロフォン1、2は互いに間隔をおいて配置されている及び/又は正反対の方向に配向されている。本発明の方法では、学習フェーズを開始するために、すなわち学習フェーズに対するスタート値をもとめて設定するために、いわゆる時間遅延逆相関（TDD、time-delayed decorrelation）が使用される。これによって後ほど記述するキュムラント（cumulant）最小化のための計算コストが低減され、局所的な最小値の危険性が減少される。

【0032】

図1は2つのマイクロフォン1、2を示し、これらの2つのマイクロフォン1、2は第1の入力信号 $Z_1(t)$ 及び第2の入力信号 $Z_2(t)$ を受信する。これらの入力信号 $Z_1(t)$ 及び $Z_2(t)$ は互いにそれぞれ雑音をミックスされる。これは混合行列 S （参照符号3）によって図1においてシンボリックに図示されている。受信乃至は伝送の後で、重畳された統計的に互いに独立した入力信号 $Z_1(t)$ 及び $Z_2(t)$ の集合 $X_1(t)$ 及び $X_2(t)$ が得られる。これらの信号は計算ユニット4に入力され、この計算ユニット4において実質的に2つのステップが実施される。これら2つのステップはシンボリックに第1のステップのための計算ユニットB（参照符号6）ならびに第2のステップのためのニューラルネットワーク5によって図示されている。

【0033】

計算ユニット4によって2つの出力信号 $Y_1(t)$ 乃至は $Y_2(t)$ がもとめられる。これらの2つの出力信号 $Y_1(t)$ 乃至は $Y_2(t)$ は計算ユニット4におけるパラメータの最適な調整によって近似的に入力信号 $Z_1(t)$ 乃至は $Z_2(t)$ に等しい。言い換えれば、計算ユニット4で使用される行列のパラメータの最適な調整においてこの計算ユニット4によって実質的に行列 S （参照符号3）によりシンボリックに示されるダイナミックな混合プロセスの逆プロセスが行われる。この実施例は分離行列のパラメータの調整の最適化プロセスに関する。

【0034】

計算ユニット4における行列のパラメータは、計算ユニット4における行列プロセスによって得られる出力信号 $Y_1(t)$ 、 $Y_2(t)$ の間の統計的独立性を最大化することによって最適化される。この目的のために、出力信号 $Y_1(t)$ 乃至は $Y_2(t)$ は計算ユニット4にフィードバックされる（フィードバックループ7乃至は8参照）。反復法によって、出力信号 $Y_1(t)$ 乃至は $Y_2(t)$ の統計的独立性がこの反復の前のステップに比べて高まった（従って、この反復は、後で記述されるコスト関数の大域的な最小値の方向において「適正な」方向をとる）か否かがもとめられる。

【0035】

図2は図1のスキームの数学的な図示を示し、混合プロセス3は行列 $S(q)$ によって数学的に記述され、計算ユニット4によって行われるべき分離プロセスが分離行列 $M(q)$ によって示されている。

【0036】

従って、図2には2次元においていわゆるマルチチャネルブラインドソース（アприオリな知識なしのマルチチャネルソース）の分離の問題が図示されている。この場合、混合システム $S(q)$ 、ただし q は単位遅延、は安定しており、同時に安定した反転（inversion）を有すると、すなわちこのシステムが最小フェーズシステム（minimal phase system）であると仮定する。さらに、入力信号 $Z_1(t)$ 及び $Z_2(t)$ （例えば音声乃至は雑音信号）は統計的に互いに独立しており、ガウス分布しないと仮定する。重畳された入力信号 $Z_1(t)$ 乃至は $Z_2(t)$ の集合 $X_1(t)$ 及び $X_2(t)$ は、分離行列 $M(q)$ を有する分離システムへの入力信号であり、この分離行列 $M(q)$ のパラメータ（行列要素）は出力信号 $Y_1(t)$ と $Y_2(t)$ との間の統計的独立性の最大化を目指してトレーニングされる。「トレーニング」とはこの場合例えばニューラルネットワークの良く知られた学習プロセスとして公知であり、このニューラルネットワークは統計的独立性を最大化する技術の例として挙げられる。これは後で記述されるコスト関数 $J(M)$ の最小化によって行われる。

【0037】

キュムラント・コスト関数が形成される。このキュムラント・コスト関数はキュムラントオーダ2～4の対角線キュムラント要素を最小化する：

【0038】

【数1】

$$D_{cum} \approx J(M) = \sum_{i=1}^4 \sum_{\text{nondiag}} \left[c^{(i)}_{\text{nondiag}} \right]^2$$

【0039】

この場合、混合行列 $S(q)$ によるダイナミックな混合の次の観点が考慮される：

分離システムの安定性：

これは、 $M(q)$ が有限インパルス応答（FIRフィルタ）に限定される場合に達成される。このFIRシステム $M(q)$ の安定性はさらに学習フェーズの間に単位円への射影が行われることによって得られる。もしかすると存在しうる $S(q)$ の反転の非因果性は、入力信号 $X(t)$ の適当な時間シフト（遅延）によって補償されうる。

【0040】

分離された信号 $Y(t)$ の一意性：

定常的な混合の場合には、オリジナルソース信号はスケーリングによって再現される。ダイナミックな分離の場合には、分離された信号 $Y(t)$ の非一意性の危険性がいやがうえにも大きくなる。 $Y_1(t)$ 及び $Y_2(t)$ が統計的に互いに独立している場合には、これらの信号のいかなる線形フィルタリングされた修正でも常に統計的に独立していることは明らかである。従って、この問題の内在的な非一意性を低減するために付加的な情報が必要不可欠である。

【0041】

データのガウシアン変形：

定常的なブラインドソース分離に対するキュムラントベースのアルゴリズムは、有効なやり方で、出力信号 $Y(t)$ に相応して比較的高いオーダの対角線キュ

ムラントを最小化乃至は除去する。他方で、線形フィルタリングはデータのガウス分布変形を引き起こし、このガウス分布変形において比較的高いオーダのキュムラントは方向0に向かう。従って、これは、コスト関数が局所的最小値に到達する境界解 (Randloesung) に導き、所望の実際的な分離 (大域的な最小値) が行われない。この望ましくないケースを回避するために、分離伝達関数 (分離行列) $M(q)$ の構造が幾つかの限定を受けるようにする。上記の問題を避けるためには、対角線要素のうちの少なくとも1つ (又は全て) が単位値にセットされるアプローチを選択する:

$$M_{11}(q) = 1$$

及び

$$M_{22}(q) = 1$$

この仮定は、混合要素 $S_{11}(q)$ 及び/又は $S_{22}(q)$ が同様に単位値 “1” を有する場合に正確である。その他の場合には、 $S_{11}(q)$ 及び/又は $S_{22}(q)$ が安定的な反転を有すると仮定する。このことは $M(q)$ の対角線要素が単位値にスケールされることを可能にする。このアプローチは解の非一意性を本質的に減少させ、さらに有効なやり方で出力信号の過度なガウス分布変形の危険性を回避する。たとえ一見したところ上記のような $M(q)$ の対角線要素の限定が非常に制限的に作用しても、この仮定は実際のアプリケーションにおいては通常は満たされる。典型的な例は、2つのマイクロフォンによるレコーディングに基づく音声信号からの雑音除去であり、この場合これらのマイクロフォンが互いに空間的に分離されているか又は1つのマイクロフォンが話者の方向に向けられており、他方でもう1つのマイクロフォンが逆方向に向けられており、そのため話者とは反対方向の第2の信号が実質的にノイズ信号だけを含む。

【0042】

キュムラントアプローチは、冒頭に挙げた論文 F. Ehlers, H.G. Schuster, “Blind Separation of convolutive mixtures and an application in automatic speech recognition” IEEE Trans. Signal Proc. (1997) で行われているような対角線キュムラントの直接算出に基づく。しかし、これは内在的に数値解法が非常に面倒であるという欠点を有する。従って、この最小化法の適当な初期設定を

使用する。最小化法のためのスタート値をもとめるために、本発明では時間遅延逆相関（TDD）の技術が2つの異なる時間遅延の同時的な逆相関に適用される。このTDD技術は適当な行列固有値問題に還元される。既に述べたように、このTDD技術は本発明において対角線（相互相関）キュムラント最小化問題の開始のために使用される。

【0043】

要約すると、この方法は次の2つのステップに分けられる：

1. 異なる遅延ペアに対する周波数領域における固有値問題に基づくTDD法の繰り返し及び相互相関項が最小値を有する解の算出。

【0044】

2. 上記のステップにおいて算出されたスタート値（FIRパラメータ）に基づく対角線キュムラント最小化の開始（スタート）。

【0045】

次にさらに幾つかの主特徴及び利点をもう一度まとめておく。

【0046】

統計的独立性が要求されることを除いて信号特性のアプリオリな知識は必要ない。

【0047】

ダイナミックな分離システムの安定性はFIRフィルタとしてこのダイナミックな分離システムのコンポーネントを調整することによって保証される。

【0048】

過度なガウス分布変形は次のアプローチによって回避される。すなわち、混合伝達関数行列（分離行列）の要素のうちの少なくとも1つが単位値にセットされるか乃至は単位値にスケーリングされ得る、というアプローチによって回避される。

【0049】

キュムラント最小化ステップ（ステップ2）は大きな計算コストを必要とするので、例えばニューラルネットワークの学習アルゴリズムはTDD法によって初期設定される。

【0050】

以下に上述の実施例をコンピュータで実現するためのMatlab, Version 4又はVersionのプログラムを提出する：

【0051】

【外1】

```
function [cost, out1, out2] = cumulant_costFIRa2(par, input, p1, p11,
p2, p22, a3, a4);
% [cost, out1, out2] = cumulant_costFIRa2(par, input, p1, p11, p2, p22,
a3, a4);
% cumulant cost
% FIR representation used
% filter function used in both directions (non-causal)

[np, mp] = size(par);
fir1 = par(1:p1);
fir11 = par(1+p1:p1+p11);
fir2 = par(1+p1+p11:p1+p11+p2);
fir22 = par(p1+p11+p2+1:mp);
den = 1; % FIR only

out1 = [input(:, 1) - filter(fir1, den, input(:, 2)) - flipud(filter
([0 fir11], [den], flipud(input(:, 2))))];
% /std(input(1, :)); % dlsim

% filter
out2 = [input(:, 2) - filter(fir2, den, input(:, 1)) - flipud(filter
([0 fir22], [den], flipud(input(:, 1))))]; % /std(input(:, 2));
% dlsim % filter

out = [out1 out2];
% out1 = out1/std(out1); % this scaling was not needed in examples
in SIP98 paper
% out2 = out2/std(out2);

Ld = 0; % number of delays in calculating the cross-correlation
cost3 = 0;
cost4 = 0;
```

【0052】

【外2】

```

costALL1=[];
costALL2=[];
o12=out1.*out2;
cost2=mean(o12)^2;

o112=out1.*out1.*out2;
o122=out1.*out2.*out2;

if a3 ==1
    cost3=[mean(o122)]^2+[mean(o122)]^2;
end

if a4 ==1

    cost4=[mean(o112.*out1)-3*mean(out1.^2)*mean(o12)]^2+...
[mean((out1.^2).*(out2.^2))-2*mean(o12)^2-
mean(out1.^2)*mean(out2.^2)]^2+...
[mean(o122.*out2)-3*mean(out2.^2)*mean(o12)]^2;

end

%cum4a=[cum4x(out1,out1,out1,out1)]^2;
%cum4b=[cum4x(out2,out2,out2,out2)]^2;

cost=cost2+a3*cost3+a4*cost4;          %-cum4a-cum4b;

```

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例による重畳された統計的に互いに独立した音響信号の分離のためのシステムの適用事例を示す。

【図 2】

図 1 のシステムのシンボリックな概略図を示す。

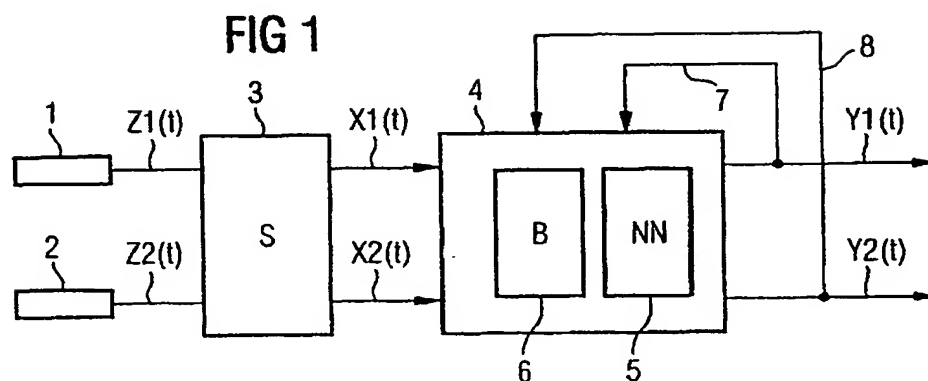
【図 3】

未知の信号の非線形混合に対する従来技術（DE 19531388 C1）から公知の信号分離装置を示す。

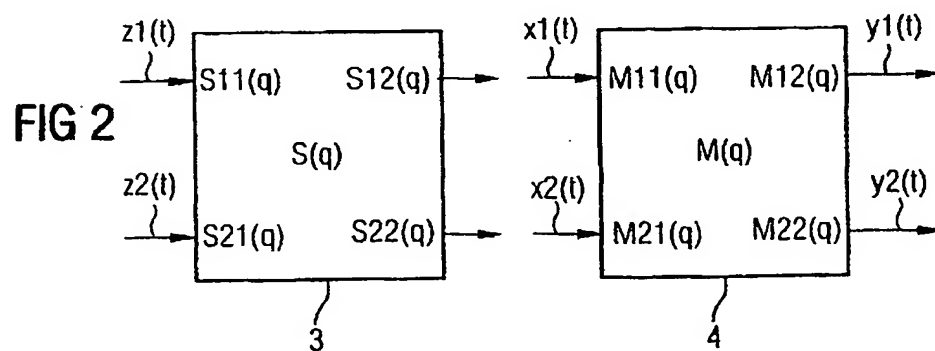
【符号の説明】

- 1 マイクロフォン
- 2 マイクロフォン
- 3 混合行列
- 4 計算ユニット
- 5 ニューラルネットワーク
- 6 計算ユニット
- 7及び8 フィードバックループ

【図1】

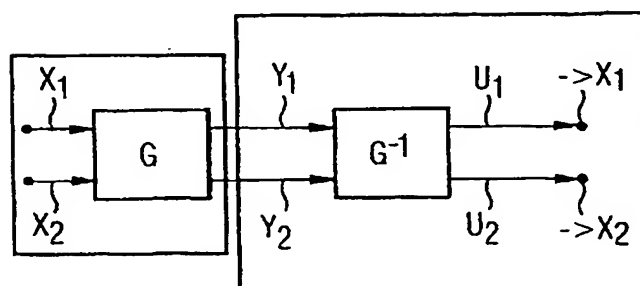


【図2】



【図3】

FIG 3



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成12年12月22日(2000.12.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 技術システムのパラメータをもとめるための方法において、該方法によって、出力信号が重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合からもとめられ、前記方法において、パラメータは分離行列の要素であり、該分離行列によって重畳された前記入力信号の集合が乗算され、これにより前記出力信号が形成され、前記パラメータは前記出力信号の統計的独立性を最適化するために次のステップによってもとめられる、すなわち、

前記分離行列の固有値をもとめるために時間遅延された逆相関計算 (time-delayed decorrelation calculation) (6) を繰り返す、

前記分離行列の固有値をもとめ、該固有値に対して相互相関が最小値をとり、キュムラント最小化 (5) を実施し、該キュムラント最小化に対するスタート値として前のステップでもとめられた固有値が使用される、技術システムのパラメータをもとめるための方法。

【請求項2】 パラメータは反復法においてもとめられる、請求項1記載の方法。

【請求項3】 キュムラント最小化はニューラルネットワーク (5) のトレーニングによって行われる、請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】 分離行列のパラメータの最適化において前記分離行列の少なくとも1つの対角線パラメータが予め設定された値にセットされる、請求項1～3のうちの1項記載の方法。

【請求項5】 分離行列は有限インパルス応答に限定される、請求項1～4のうちの1項記載の方法。

【請求項6】 分離行列はキュムラント最小化（5）の間に単位円への射影によって安定化される、請求項1～5のうちの1項記載の方法。

【請求項7】 重畳された統計的に互いに独立した入力信号を分離するために使用される、請求項1～6のうちの1項記載の方法。

【請求項8】 重畳された統計的に互いに独立した音響入力信号を分離するために使用される、請求項1～7のうちの1項記載の方法。

【請求項9】 技術システムのパラメータをもとめるための装置において、該装置によって重畳された統計的に互いに独立した入力信号の集合から出力信号をもとめ、

前記装置はプロセッサを有し、

パラメータは分離行列の要素であり、該分離行列によって重畳された前記入力信号の集合が乗算され、これにより前記出力信号が形成され、前記パラメータが前記出力信号の統計的独立性を最適化するために次のステップによってもとめることができるように前記プロセッサは構成されている、すなわち、

前記分離行列の固有値をもとめるために時間遅延された逆相関計算（time-delayed decorrelation calculation）（6）を繰り返し、

前記分離行列の固有値をもとめ、該固有値に対して相互相関が最小値をとり、

キュムラント最小化（5）を実施し、該キュムラント最小化に対するスタート値として前のステップでもとめられた固有値が使用される、技術システムのパラメータをもとめるための装置。

【請求項10】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、パラメータが反復法においてもとめられる、請求項9項記載の装置。

【請求項11】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、

キュムラント最小化がニューラルネットワーク（5）のトレーニングによって行われる、請求項9又は10記載の装置。

【請求項12】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、

分離行列のパラメータの最適化において前記分離行列の少なくとも1つの対角線パラメータが予め設定された値にセットされる、請求項9～11のうちの1項記載の装置。

【請求項13】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、分離行列は有限インパルス応答に限定される、請求項9～12のうちの1項記載の装置。

【請求項14】 プロセッサは次のように構成されている、すなわち、分離行列はキュムラント最小化(5)の間に単位円への射影によって安定化される、請求項9～13のうちの1項記載の装置。

【請求項15】 重畳された統計的に互いに独立した入力信号を分離するために使用される、請求項9～14のうちの1項記載の装置。

【請求項16】 重畳された統計的に互いに独立した音響入力信号を分離するために使用される、請求項9～14のうちの1項記載の装置。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int. Appl. No. PCT/DE 99/03304
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04L25/03 G10L21/00 H03H21/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04L G10L H03H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	TE-WON LEE ET AL: "Combining time-delayed decorrelation and ICA: towards solving the cocktail party problem" PROCEEDINGS OF THE 1998 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, ICASSP '98 (CAT. NO.98CH36181), PROCEEDINGS OF THE 1998 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, SEATTLE, WA, USA, 12-1, pages 1249-1252 vol.2, XP002132701 1998, New York, NY, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-4428-6 abstract paragraph '0005! idem	1-3, 9-13, 19, 20
Y	-/-	4, 5, 14, 15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority date(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (see specification) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 March 2000	Date of mailing of the international search report 23/03/2000	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentstrasse 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 540-2040, Tx. 31 051 epo nl, Fac. (+31-70) 540-3010	Authorized officer Krenzel, L	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Serial Application No
 PCT/DE 99/03304

C.(Classification) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 195 31 388 C (EHLERS FRANK ; SCHUSTER HEINZ GEORG PROF DR (DE)) 25 July 1996 (1996-07-25) cited in the application page 6, line 59 -page 7, line 7	4,5,14, 15
P,X	OBRADOVIC D: "Dynamic signal mixtures and blind source separation" 1999 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS. ICASSP99 (CAT. NO.99CH36258), 1999 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS. ICASSP99, PHOENIX, AZ, USA, 15-19, pages 1441-1444 vol.3, XP002132702 1999, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-5041-3 paragraph '0003!	1-20
A	INOUE Y ET AL: "Cumulant-based blind identification of linear multi-input-multi-output systems driven by colored inputs" IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, JUNE 1997, IEEE, USA, vol. 45, no. 6, pages 1543-1552, XP002132703 ISSN: 1053-587X paragraph 'IV.C11	6,7,16, 17
A	US 5 282 154 A (KNUTSON PAUL G ET AL) 25 January 1994 (1994-01-25) column 1, line 65 -column 2, line 10	8,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Patent Application No.

PCT/DE 99/03304

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19531388 C	25-07-1996	NONE	
US 5282154 A	25-01-1994	DE 4317869 A 6B 2267619 A,B JP 6062282 A	02-12-1993 08-12-1993 04-03-1994

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル (参考)
G 1 0 L 15/16		G 1 0 L 9/00	F
21/02			3 0 1 A
H 0 4 L 25/03		3/00	5 3 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.